

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Томский государственный университет  
Сибирское отделение Российской академии наук

# ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Сборник материалов  
XIV Российской научной студенческой конференции**

*13–15 мая 2014 г.  
Томск, Россия*

**ОРГАНИЗАТОРЫ:**

- Томский государственный университет
- Сибирский физико-технический институт им. В.Д. Кузнецова при ТГУ
- НОЦ «Физика и химия высокоэнергетических систем»
- Томского государственного университета
- Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
- Институт сильноточной электроники СО РАН
- Институт физики полупроводников СО РАН

Томск  
Издательский Дом Томского государственного университета  
2014

## **Электронно-микроскопическое исследование формирования структуры ванадиевых сплавов при химикотермических и термомеханических обработках**

*И.И. Суханов<sup>1</sup>, Ю.П. Пинжин<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Томский государственный университет, Томск

<sup>2</sup> Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск  
suhanii@mail.ru

## **Electron-microscopic research of the structure formation of vanadium alloys after thermochemical and thermomechanical treatments**

*I.I. Suhanov<sup>1</sup>, Yu.P. Pinzhin<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Tomsk State University, Tomsk

<sup>2</sup> Institute of Strength Physics and Materials Science SB RAS, Tomsk  
suhanii@mail.ru

В настоящее время трудно недооценить место конструкционных материалов, обладающих высокими эксплуатационными свойствами, в технике. Одним из примеров перспективных конструкционных материалов для атомной и ядерной промышленности являются сплавы на основе ванадия. К таким сплавам вследствие важности их технологической эксплуатации предъявляются высокие требования по отношению к их термической стабильности и жаропрочности.

Эффективным способом получения материала с требуемыми свойствами является дисперсионное упрочнение материала, которое можно достичь образованием частиц второй фазы. В сочетании со субструктурным упрочнением возможно значительное повышение прочностных свойств материала при сохранении достаточного запаса пластичности. При высокой термической стабильности частиц второй фазы гетерофазная и дефектная (дислокационная) субструктура сохраняются до высоких температур, что приводит к увеличению термической стабильности механических свойств материала.

Примерами реализации приведенных структурных изменений являются методы термомеханических (ТМО) и химикотермических (ХТО) обработок с различными вариациями параметров режимов.

В данной работе методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) было проведено исследование влияния различных режимов ТМО и ХТО на параметры структуры ванадиевых сплавов.

В качестве исследуемых материалов были выбраны сплавы V-8Cr-0,7Zr и V-4Cr-1Zr-2W (вес. %), подвергнутые ТМО (обработке, заключающейся в чередовании прокатки с низкотемпературными отжигами материала) с последующим ХТО. ХТО (создание дисперсионных частиц фаз внедрения – оксидов) осуществляли с помощью процесса внутреннего окисления (ВО). ВО – образование частиц оксидов в результате избирательного окисления менее благородных составляющих сплавов при их насыщении кислородом [1].

В работе рассмотрены особенности формирования дефектной (дислокационной) субструктуры, особенности распределения дислокаций и оценена их плотность, оценен размер частиц второй фазы.

Исследование показало, что режимы ТМО существенно влияют на субструктуру материала и, подобрав эти режимы соответствующим образом, можно добиться однородного распределения дислокаций во всем объеме.

Последующее ВО приводит к формированию мелкодисперсных окислов циркония, причем дисперсность последних зависит от режимов ВО и концентрации кислорода в сплаве.

### Литература

1. Дanelия Е.П., Розенберг В.М. Внутреннеокисленные сплавы. М. : Metallurgy, 1978. 232 с.
2. Гриняев К.В., Дитенберг И.А. Влияние схемы многократного всестороннего прессования на параметры структуры и механические свойства сплава V-4Ti-4Cr // Изв. выс. учеб. заведений. 2010. № 3/11. С. 66–68.
3. Пинжин Ю.П., Тюменцев А.Н. и др. Влияние режимов термомеханической обработки на микроструктуру и механические свойства сплавов V-4Ti-4Cr // Физ. мезомеханика. 2004. Спец. выпуск Ч. 2. С. 223–226.
4. Тюменцев А.Н., Пинжин Ю.П. Микроструктура и механические свойства внутреннеокисленных ванадиевых сплавов // Перспективные материалы. 2005. № 5. С. 5–30.